

ANALISIS KESALAHAN NEWMAN PADA SOAL CERITA MATEMATIS (*Newman's Error Analysis in Mathematical Word Problems*)

Oleh

Ida Karnasih

Dosen Matematika, FMIPA Unimed Medan

ikarnasih2001@yahoo.com

Abstrak

Newman (1977, 1983) mendefinisikan lima keterampilan khusus tentang matematika literasi dan numerasi yang penting dalam kemampuan pemecahan masalah soal cerita matematis. Kelima hal tersebut berkenaan dengan: membaca, pemahaman, transformasi, keterampilan proses, dan pengkodean (encoding). Analisis Kesalahan Newman (Neman's Error Analysis - NEA) memberikan kerangka untuk mempertimbangkan alasan yang mendasari tentang kesulitan yang dialami siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematis dan proses yang membantu guru untuk menentukan dimana kesalahpahaman terjadi. NEA juga memberikan petunjuk bagi guru kemana guru mengarahkan strategi pengajaran yang efektif untuk mengatasinya. Makalah ini menyajikan konsep dan prinsip dasar NEA beserta contoh penerapannya dan hasil penelitian yang telah dilakukan. NEA digunakan sebagai alat diagnostik yang menghubungkan numerasi (berhitung) dan literasi dan membahas bagaimana guru menggunakan NEA sebagai remediasi dan strategi pedagogis di dalam kelas untuk siswa Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah.

Katakunci: *Neman's Error Analisis (NEA), Pemecahan Masalah, Soal Cerita*

Pendahuluan

Salah satu permasalahan dalam menyelesaikan soal-soal matematika adalah soal matematika yang menggunakan kata-kata atau soal cerita (word problems).

Bergeson (2000) menyimpulkan bahwa siswa dalam memecahkan masalah soal cerita dihadapkan dengan masalah kata-kata, mengalami kesulitan kognitif jika operasi diperlukan dan prosedur solusi berlawanan dengan operasi dalam struktur yang mendasari masalah. Faktor lain yang

membuat kesulitan kognitif adalah posisi pertanyaan dalam masalah soal cerita, tingkat spesifik dalam kata-kata dalam masalah, besaran angka, jumlah tindakan isyarat dari operasi yang digunakan dalam penyelesaian, dan ketersediaan alat peraga konkrit (Fuson, 1992).

Upaya-upaya untuk menentukan hubungan antara kemampuan membaca dan kemampuan untuk memecahkan masalah soal cerita tidak konsisten dan bervariasi dan

tidak ada korelasi yang signifikan. Asumsi pendidik mengenai koneksi ini ada tetapi tidak didukung oleh penelitian (Lester, 1980; Hembree, 1992). Salah satu faktor yang konsisten terhadap kemampuan pemecahan masalah soal cerita adalah keterampilan pemahaman membaca (Suydam, 1985).

Di tingkat Sekolah Dasar, sebagian besar kesalahan siswa terletak pada tes matematika yang diberikan. Kesalahan jawaban siswa umumnya disebabkan oleh kemampuan membaca, pemahaman, kesalahan transformasi, atau kecerobohan. Seringkali, siswa dapat melaksanakan satu atau lebih dari empat operasi hitung (+, -, x, ÷) yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan, tetapi mereka tidak mengetahui operasi hitung mana yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada (Clements, 2004). Clement lebih lanjut berpendapat pentingnya masalah soal cerita terletak pada sentralitas bahasa dalam pengajaran dan pembelajaran matematika (Clements & Ellerton, 1993). Selain itu, ahli lain berpendapat bahwa kemampuan tingkat yang lebih tinggi dalam matematika diperlukan untuk melampaui kemampuan prosedural, sedangkan pengetahuan konseptual matematika adalah tujuan utama

dalam belajar (Carpenter & Lehrer, 1999). Beberapa ahli berpendapat bahwa bahasa merupakan kendaraan untuk berdiskusi di dalam kelas dan membantu guru dan siswa untuk mencapai daya matematis dalam memahami dunia mereka.

... if the essence of mathematics is the setting up of and working with mathematical models, and if we treat word problems in such a way, then they might have a role to play in helping children better understand the process of mathematizing. And with the increasing mathematizing of the world (from national test scores to pension prospects), informed and critical citizens need to be aware that mathematizing is not something that arises from the world, but something that is done to the world. In a small way, working on word problems might help begin to develop this awareness (Askew, 2003, p. 85).

Dalam pembelajaran matematika, model matematik memiliki peran penting dalam membantu anak-anak lebih memahami proses merubah keadaan nyata ke dalam bahasa matematika (*mathematizing*). Dengan meningkatnya peran matematika dalam dunia nyata, pendidikan matematika memerlukan arah pendidikan yang penuh informasi dan melatih anak berfikir kritis. *Mathematizing* bukanlah sesuatu yang muncul dari dunia, tetapi sesuatu yang dilakukan untuk dunia. Bekerja dengan soal

cerita mungkin dapat membantu anak untuk mulai mengembangkan kesadaran ini.

Tuntutan literasi bahasa (*language literacy*) dalam kurikulum matematika sangat penting dan perlu dikembangkan, karena hal ini berkontribusi terhadap kesulitan yang dialami oleh siswa dalam mengerjakan soal cerita matematika. Dengan demikian guru matematika harus menyadari isu pentingnya bahasa dan berhitung yang melibatkan masalah soal cerita matematis.

Gervasoni, Hadden dan Turkenburg (2007) melakukan studi dengan jumlah murid 7000 siswa di Australia yang belajar pada tahun 2006 mengidentifikasi isu-isu tentang pengembangan profesional pembelajaran. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa 31% siswa yang belajar dikelas 6 ditemukan belum bisa membaca, menulis, dan menafsirkan empat digit angka atau menggunakan strategi-penalaran berbasis perhitungan dalam penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.

Masalah Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita

Anak memiliki kesulitan dengan soal cerita jika bilangan yang digunakan berhubungan

dengan unit pengukuran (misalnya 7 cm) daripada unit diskrit (misalnya, 7 kelereng). Sayangnya, kebanyakan masalah yang diberikan umumnya dalam teks standar yang melibatkan konteks diskrit (Brown, 1981). Lebih lanjut Brown menyatakan bahwa adanya bilangan decimal pada soal cerita membuat anak lebih sulit menentukan tanda operasi yang benar yang akan digunakan.

Penemuan Neshet et al. (1982) bahwa soal cerita yang melibatkan struktur logika yang sama dan operasi matematika yang sama memunculkan hasil yang berbeda dari perspektif anak. Misalnya, anak hampir dua kali lebih sukses dalam mengerjakan masalah pengurangan. Kategori semantik, misalnya mengkombinasikan, merubah, atau membandingkan situasi, meningkat kepentingannya dengan struktur matematikanya. Bell et al. (1984, 1989) mendokumentasikan penelitian dimana anak sering menghindari membaca teks soal cerita, dan mencoba menyelesaikan masalah dengan berfokus hanya pada bilangan yang ada dalam masalah.

Konsep Analisis Kesalahan Newman (NEA)

NEA adalah singkatan dari *Newman's Error Analysis*. NEA dirancang sebagai prosedur

diagnostik sederhana dalam menyelesaikan soal cerita matematis (*mathematical word problems*). Newman (1977, 1983)

menyatakan bahwa ketika seorang anak menyelesaikan masalah matematika yang tertulis mereka harus bekerja melalui 5 langkah dasar berikut:

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | Membaca
(<i>Reading</i>) | Baca Masalahnya
(<i>Read the problem</i>) |
| 2 | Pemahaman
(<i>Comprehension</i>) | Pahami apa yang
dibaca
(<i>Comprehend what
is read</i>) |
| 3 | Transformasi
(<i>Transformation</i>) | Melakukan
transformasi dari
kata-kata dalam
masalah kepada
pilihan strategi
matematis yang
cocok (<i>Carrying
out a
transformation
from the words of
the problem to the
selection of an
appropriate
mathematical
strategy</i>) |
| 4 | Ketrampilan
Proses (<i>Process
Skills</i>) | Mengaplikasikan
ketrampilan proses
yang dituntut oleh
strategi yang
dipilih (<i>Applying
the process skills
demanded by the
selected strategy</i>) |
| 5 | Pengkodean
(<i>Encoding</i>) | Memberikan kode
jawaban dalam
bentuk tulisan yang
bisa diterima
(<i>Encoding the
answer in an</i> |

*acceptable written
form*

Klasifikasi Kesalahan dan Pedoman

Wawancara

Sesuai dengan NEA, ada 5 (lima) kesalahan yang mungkin terjadi ketika anak menyelesaikan masalah soal cerita: (1) Kesalahan membaca; (2) Kesalahan pemahaman; (3) Kesalahan transformasi (4) Kesalahan keterampilan proses; (5) Kesalahan pengkodean. Masing-masing kesalahan ini bisa dikaji ketika anak bekerja dalam proses menyelesaikan masalah dengan melakukan wawancara pada anak.

Newman (1977) mengembangkan prosedur yang digunakan untuk mewawancarai siswa ketika mereka dihadapkan dengan soal cerita. Pada Tabel 1 disajikan panduan (*handout*) yang disajikan oleh Yoon (2000) dalam melakukan workshop untuk guru-guru matematika sebelum melakukan penelitian di Sekolah Menengah di Brunei. Panduan ini digunakan untuk menginterview siswa dalam melakukan penelitian pendidikan matematika menggunakan NEA. *Handout* ini telah digunakan dalam penelitian untuk menyoroti kesalahpahaman dalam berpikir siswa dalam menyelesaikan

soal cerita di berbagai topik matematika di tingkat Sekolah Menengah.

Saran Dalam Melakukan Wawancara

Newman menyarankan beberapa hal berkenaan dengan pelaksanaan wawancara pada anak ketika anak menyelesaikan masalah matematika.

- Bicaralah pada anak dengan cara yang ramah. Katakan kepada mereka alasan Anda untuk berbicara dengan mereka yaitu untuk membantu mereka dengan matematika mereka.
- Beritahu anak bahwa Anda ingin mereka mengerjakan beberapa soal matematika.
- Berikan pada anak pertanyaan / lembar jawaban dan suruh mereka untuk menjawab pertanyaannya.
- Ajak anak untuk menunjukkan apapun yang mereka kerjakan. Jangan katakan apa-apa lagi sampai mereka selesai.
- Minta anak beberapa atau semua dari lima Newman pertanyaan / permintaan untuk pertanyaan tertentu yang dipertimbangkan. Jangan membantu anak pada tahap apapun, tetapi catatlah secara singkat setiap jawaban anak yang diungkapkannya.
- Tentukan klasifikasi kesalahan Newman, yang Anda yakini sesuai dimana anak mengalami masalah.

Tabel 1. Panduan Wawancara Menggunakan NEA

Klasifikasi (Classification)	Jenis Pertanyaan (Typical Questions)	Kesalahan (Errors)
1. Membaca (Reading)	Silahkan Baca pertanyaannya pada saya (<i>Please read the question to me</i>) Jika kamu tidak mengetahui satu kata atau bilangan, tinggalkan (<i>If you don't know a word or number, leave it out.</i>)	Tidak mengetahui kata kunci atau simbol (<i>Do not recognise key words or symbols</i>)
2. Pemahaman (Comprehension)	(a) Menunjuk ke satu kata atau symbol (<i>Point to a word or symbol.</i>) Apa arti kata atau simbol ini (<i>What does this word/symbol mean?</i>) (b) Katakan pada saya apa pertanyaan ditanyakan padamu untuk dikerjakan (<i>Tell me what the question is asking you to do.</i>) Apa yang kamu maksudkan ketika kamu katakan? (<i>What do you mean when you say ...?</i>)	Dapat membaca masalah dengan baik, tetapi tidak dapat memahami arti dari kata-kata, simbol atau pertanyaan (<i>Can read the problems well but cannot comprehend the meaning of the words, symbols or question</i>)

3. Transformasi (Transformation)	Katakan atau tunjukkn pada saya bagaimana kamu mulai menemukan jawaban pada pertanyaan ini (<i>Tell or show me how you start to find an answer to this question</i>)	Tidak dapat mentransformasi kalimat kedalam bentuk matematis (<i>Cannot transform sentences into mathematical forms</i>)
4. Ketrampilan Proses (Processing Skills)	Tunjukkan pada saya bagaimana kamu mendapat jawaban (<i>Show me how you get the answer</i>). Katakan pada saya apa yang sedang kamu kerjakan sebagai pekerjaamu (<i>Tell me what you are doing as you work</i>) Biarkan sisa mengerjakan pada selembar kertas (<i>Let student work on a piece of paper</i>)	Dapat memilih operasi yang sesuai tetapi tidak dapat menyelesaikan operasi dengan akurat (<i>Can choose an appropriate operation but cannot complete the operation accurately</i>)
5. Kemampuan Mengkode (Encoding ability)	Tuliskan jawaban pertanyaannya (<i>Write down the answer to the question</i>)	Dapat menunjukkan operasi yang benar tetapi menulis jawaban dengan tidak benar (<i>Can perform the correct operations but writes the answer incorrectly</i>).
6. Ceroboh (Careless)	Menyatakan jawaban yang benar dalam usaha kedua selama interviu; usaha per-tama ang tidak benar ketika mengerjakan tes. Siswa menandai kesalahannya sendiri (<i>Obtain correct answer in second attempt during interview; incorrect first attempt when doing the test. Students spot own mistakes.</i>)	Berbeda dari kesalahan di atas (<i>Different from the errors above</i>) Kira-kira 20% dari kesalahan dilaporkan dalam beberapa studi jenis ini (<i>About 20% of errors reported in some studies are of this type.</i>)
Pertanyaan Tambahan (Additional Questions?)		
7. Pengajaran (Teaching)	(a) Katakan pada saya bagaimana kamu mempelajari topic ini ____ (<i>Tell me how you've learned this topic ____</i>) (b) Apakah kamu menemukan topic ini mudah atau sulit? Mengapa? (<i>Do you find this topic easy or difficult? Why?</i>) (c) Apakah topik ini menarik atau mem-bosankan? Mengapa? (<i>Do you find this topic interesting or boring? Why?</i>)	
Mengajarkan siswa bagaimana menyelesaikan masalah (<i>Teach the student how to solve the problem</i>)		

Diadaptasi dari Wong Khoon Yoong (2000)

Perkembangan NEA

Komunikasi merupakan salah satu dari lima proses yang berkontribusi terhadap rangkaian kerja matematika di kurikulum

matematika sekolah. Siswa diharapkan untuk belajar menggunakan bahasa dan representasi yang tepat untuk merumuskan

dan mengekspresikan ide-ide matematika secara tertulis, lisan dan melalui diagram.

White (2009) menjelaskan bahwa NEA awalnya dipromosikan di Australia oleh Clements pada tahun 1980-an dan 1990-an dan kemudian dia bekerja sama dengan Ellerton. Lebih lanjut, White (2010) menjelaskan NEA juga tersebar luas di seluruh wilayah Asia-Pasifik seperti di Brunei (Mohidin, 1991); di India (Kaushil, Sajjin Singh & Clements, 1985); di Malaysia (Marina & Clements, 1990; Clements & Ellerton, 1992; Sulaiman & Remorin, 1993); di Papua Nugini (Clements, 1982; Clarkson, 1983, 1991); di Singapura (Kaur, 1995); di Filipina (Jiminez, 1992); dan di Thailand (Singhatat, 1991; Thongtawat, 1992).

Menurut Newman (1977, 1983), NEA dikembangkan untuk membantu guru ketika berhadapan dengan siswa yang mengalami kesulitan dengan masalah soal cerita matematis. NEA mendukung praktek yang berlaku dan memberikan siswa pengalaman yang melibatkan latihan (drill) dan praktek dengan harapan bahwa siswa akan memperbaiki kesalahan mereka dalam menyelesaikan masalah soal cerita. NEA menyediakan kerangka kerja untuk

mempertimbangkan alasan yang mendasari kesulitan dan proses belajar siswa, dan membantu guru untuk menentukan di mana letak kesalahpahaman siswa dan menentukan strategi mana dalam pengajaran yang efektif untuk mengatasinya. Selain itu, program disediakan baik program pembelajaran profesi bagi guru dan program untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam membaca dan menghitung.

Kesalahan Dalam Menyelesaikan Masalah Soal Cerita

Sepanjang proses penyelesaian masalah berlangsung, seringkali siswa membuat kesalahan dan kecerobohan, serta ada beberapa siswa yang memberikan jawaban yang salah karena mereka tidak termotivasi untuk menjawab sesuai tingkat kemampuan mereka. Penelitian Newman (2008) menghasilkan sejumlah besar bukti bahwa anak-anak mengalami kesulitan dengan struktur semantik, kosa kata, dan simbol matematika dibandingkan dengan algoritma standar. White (2010) melaporkan bahwa dalam beberapa studi yang dilakukan Newman di sekolah-sekolah, proporsi kesalahan terbesar, sekitar 70 persen, dari kesalahan yang dilakukan oleh siswa berusia 7 tahun adalah pada soal matematika yang khusus berada di tingkat pemahaman

atau transformasi. Para peneliti ini juga menemukan bahwa membaca menunjukkan kesalahan kurang dari 5 persen dari kesalahan awal, dan keadaan ini juga berlaku untuk kesalahan keterampilan proses yang sebagian besar terkait dengan operasi numerik standar (Ellerton & Clarkson, 1996). Selain itu, penelitian Newman secara konsisten menunjukkan ketidaktepatan banyak terjadi pada program remedi matematika di sekolah-sekolah di mana revisi ditekankan pada algoritma standar, sementara hampir tidak ada perhatian diberikan kepada kesulitan yang berhubungan dengan pemahaman dan transformasi (Ellerton & Clarkson, 1996).

Adaptasi Model NEA

Adaptasi model NEA pertama dilakukan oleh Casey (1978). Dalam studinya tentang kesalahan yang dilakukan oleh 120 siswa kelas 7 di Sekolah Menengah Pertama, Casey menginstruksikan pewawancara untuk membantu siswa yang melakukan kesalahan berlebihan. Jika murid membuat kesalahan dalam pemahaman, pewawancara harus mencatat hal ini dan menjelaskan arti dari pertanyaan murid, dan proses ini berlanjut sampai siswa menjawab pertanyaan. Dengan demikian, dalam penelitian Casey, seorang murid bisa

membuat sejumlah kesalahan pada satu pertanyaan dan dengan demikian sulit untuk membandingkan interpretasi Casey dengan Newman. Namun, metode Casey menarik bagi guru dan yang lebih tertarik lagi bagaimana siswa melakukan kesalahan pada tingkat process.

Adaptasi model kedua NEA diusulkan oleh Ellerton dan Clements (1997). Mereka menggunakan bentuk modifikasi dari metode wawancara Newman untuk menganalisis tanggapan siswa kelas 5 sampai kelas 8 dalam satu set soal yang terdiri dari 46 pertanyaan. Semua tanggapan, baik yang benar ataupun yang salah, dianalisis. Sebuah jawaban yang benar setelah dianalisis, terkait dengan pemahaman tentang konsep, keterampilan dan pertanyaan hubungan antar konsep yang terkait dengan kategori kesalahan Newman, meskipun jawabannya adalah benar.

Modifikasi Ellerton dan Clements menyebabkan penerapan definisi yang sedikit berbeda dari kesalahan yang sebelumnya diberikan oleh Clements (1982).

Penelitian Menggunakan NEA

Ellerton dan Olson (2005) melakukan penelitian terhadap 83 Kelas 7 dan Kelas 8 siswa di Illinois Amerika menyelesaikan tes

yang terdiri dari item dari Illinois Tes Prestasi Standar (*Standardized Achievement Test*). Temuan mereka diperkuat dengan fakta bahwa nilai siswa pada tes tidak mencerminkan tingkat pemahaman mereka tentang hubungan konsep-konsep matematika. Hasil analisis menunjukkan 35% ketidakcocokan antara siswa yang memberikan jawaban yang benar dengan sedikit atau tanpa pemahaman dan lain-lain yang memberikan jawaban yang salah, tetapi memiliki beberapa pengertian. Para penulis meragukan penggunaan program pengujian NEA pada skala besar sebagai sarana untuk membuat perbandingan atau digunakan sebagai dasar untuk alokasi sumber daya.

White (2009) melaporkan Program Belajar Berhitung (*Counting-on*) menggunakan NEA yang dilaksanakan di 99 sekolah di seluruh negara bagian Australia pada tahun 2008. Instrumen penilaian yang digunakan berdasarkan kerangka pembelajaran meliputi nilai tempat, penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, dan tugas masalah soal cerita. Hasil penilaian digunakan oleh guru untuk mengidentifikasi kelompok sasaran siswa. Kelompok sasaran menyelesaikan program yang diuji di awal dan akhir program. Para guru diminta untuk mencatat hasil proses penilaian kelompok

sasaran yang melibatkan minimal 5 siswa per kelas pada spreadsheet EXCEL yang disediakan untuk mereka. Spreadsheet mencatat tingkat awal pada kerangka belajar dan NEA untuk siswa sebelum dan sesudah program dilaksanakan dan juga dilakukan lagi setelah 10 minggu kegiatan yang ditargetkan.

Pada tahun 2008, penelitian menggunakan NEA dilakukan di Australia. Data dikumpulkan dari 74 sekolah dengan 55 sekolah dasar, 16 sekolah menengah dan tiga Sekolah kejuruan (dalam White, 2010). Ada 1.213 siswa dengan 954 siswa SD (78,6%) dan 259 siswa sekolah menengah (21,4%). Hanya satu dari dua pertanyaan yang melibatkan Analisis Kesalahan Newman dalam instrumen penilaian tercatat untuk setiap siswa. Skala NEA dari 1 sampai 5 digunakan, dan kategori 6 ditambahkan untuk mewakili anak-anak yang bisa berhasil menyelesaikan masalah soal cerita. Hasil analisis menampilkan peningkatan untuk tingkat keseluruhan dari penilaian awal dan penilaian akhir siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar siswa (56,6%) telah meningkat dengan 1 tingkatan atau lebih, 15,6% siswa meningkatkan dua tingkatan. Ada sekelompok kecil siswa yang meningkat

dengan 3 dan 4 tingkat dan ada beberapa yang menurun sebesar 1, 2 tingkatan atau lebih. Statistik deskriptif mencatat peningkatan rata-rata dari 2,52 untuk tingkat awal ($SD = 1,096$) ke 3,37 untuk tingkat akhir ($SD = 1,254$). Dengan menggunakan sampel berpasangan t-Test, hasil analisis menunjukkan bahwa program numerasi secara statistik mengalami perubahan yang signifikan untuk hasil soal cerita matematis dengan waktu 10 minggu.

Vaiyatvutjamai dan Clements (2004) menganalisis kesalahan yang dilakukan oleh 231 siswa (kelas 9) di Thailand di dua Sekolah Menengah Negeri Chiang Mai. Siswa menyelesaikan tugas sebelum dan segera setelah 13 sesi pelajaran dilakukan. Sejumlah kesalahpahaman diperoleh dan diklarifikasi sebagai akibat dari pembelajaran. Kesalahpahaman menunjukkan situasi di mana siswa mempertahankan konsepsi yang salah meskipun guru telah secara khusus mengajarkan karakteristik konsep yang relevan. Terkait dengan hal ini, tidak adanya perubahan kognitif dari waktu ke waktu sehingga inersia kognitif terus berlanjut meskipun individu telah diajarkan pandangan konsep yang tepat.

Tanggapan Guru Tentang NEA

Laporan evaluasi (White, 2008, 2009) mengungkapkan bahwa sebagian besar guru menanggapi sangat positif tentang masuknya NEA ke dalam program pembelajaran di Australia. Guru melaporkan NEA mudah dimengerti, mudah digunakan, dan kerangka kerja dan proses untuk menyatukan berhitung dan keaksaraan, dan ada peluang lebih lanjut untuk pengembangan profesional guru dengan melibatkan NEA. Mayoritas guru menerima tantangan untuk memasukkan isu keaksaraan dalam pelajaran matematika dan menggunakan NEA sebagai alat diagnostik untuk pedagogis dan alat perbaikan pembelajaran matematika. Guru-guru yang telah menggunakan anjuran NEA (*Newman's Prompts*) sebagai pendekatan pemecahan masalah tercermin dalam komentar guru berikut:

The Newman's error analysis and follow-up strategies have helped students with their problem-solving skills, and teachers have developed a much more consistent approach to the teaching of problem-solving. Not only has it raised awareness of the language demands of problem solving, but through this systematic approach, teachers can focus on teaching for deeper understanding (White, 2009, p. 37).

NEA dan strategi tindak lanjutnya telah menolong siswa dengan ketrampilan pemecahan masalah mereka, dan guru telah mengembangkan pendekatan pemecahan masalah yang lebih konsisten. Guru tidak hanya sudah meningkatkan kepeduliannya tentang bahasa yang dituntut dalam pemecahan masalah, tetapi melalui pendekatan yang sistematis ini, guru dapat berfokus pada pengajaran untuk pemahaman yang lebih mendalam.

Banyak guru SD menceritakan bagaimana NEA telah diadaptasi di mata pelajaran yang berbeda dan siswa yang berbeda tingkatan tahunnya .

Groups are differentiated to cater for learning abilities. My Y5/6 children all participate regularly in ability based maths groups within my room. They analyze their own learning often through learning logs. Children practice NEA with whole group problem solving at beginning of lessons (not always, but regularly). Children are doing more maths, but maintaining engagement for entire hour and 25 mins. Maths lessons are much more dynamic! (White, 2009, p. 47).

Contoh Pertanyaan Pemecahan Masalah

No	Tingkat	Pertanyaan / Soal	No	Pertanyaan/soal
1	1	Marni membagi dua puluh coklat kepada empat orang temannya. Gambarkan teman-teman Marni dan tentukan berapa coklat masing-masing diterima temannya?	2	Andi mulai berenang pada jam 14:30. Dia memerlukan waktu setengah jam untuk berenang 20 lintasan. Andi berenang 40 lintasan. Jam berapa Andi selesai berenang?
2	2	Siska membeli kue. Harganya Rp. 4.000. Dia membayar dengan uang Rp.5000.	4	Permainan bolakakri berlangsung selama satu setengah jam.

Laporan hasil evaluasi di Australia dan beberapa negara lain menunjukkan bahwa masuknya NEA pada tahun 2007 disambut baik oleh guru dan reaksi positif ini juga dilaporkan oleh 2008 orang guru yang terlibat dengan pada program “Counting-on”, seperti komentar guru berikut:

This is the best aspect of the programme. I now use the steps as a teaching strategy for those with difficulties in my classes. Going through the questions each time helps the students with difficulties at different levels. I have the questions on a poster in my class. I have also started talking to the English department about getting some help with certain students (White, 2009, p. 50).

Hal ini menunjukkan bahwa NEA telah memberikan dampak positif bagi guru. Mereka menggunakannya sebagai strategi pembelajaran dan menolong siswa mengatasi masalah belajar matematika yang berkaitan dengan masalah soal cerita matematis.

		Berapa koin paling sedikit bisa diterimanya kembali? Berapa koin paling banyak bisa diterimanya kembali?		Joni bermain 20 menit pada termin pertama dan bermain penuh pada termin kedua. Keseluruhannya, berapa menit Joni bermain?
3	3	Panji membuka satu kotak berisi 12 telur. Empat diantaranya retak. Berapa pecahan telur yang retak?	6	Joni membuat sebuah prisma tertutup. Tiga sisinya adalah persegi panjang. Gambarkan dan beri nama prisma si Joni.

Contoh Format Wawancara NEA an Klasifikasi Kesalahan

SISWA : _____ **TANGGAL:** _____

1. Silahkan bacakan pertanyaannya pada saya
2. Katakan pada saya apa pertanyaan yang ditanyakan pada kamu untuk dikerjakan
3. Katakan pada saya bagaimana kamu mulai menemukan jawaban
4. Tunjukkan pada saya apa yang harus kamu lakukan untuk mendapatkan jawaban. "Berbicara keras" ketika kamu mengerjakannya, sehingga saya dapat memahami bagaimana kamu berfikir.
5. Sekarang tulislah jawabanmu tentang pertanyaannya

Reading Membaca	Comprehension Pemahaman	Transformation Transformasi	Process Skills Ketrampilan Proses	Encoding Pengkodean

Catatan:

Simpulan

Penerapan NEA di sekolah-sekolah di Luar Negeri telah menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan kemampuan siswa memecahkan masalah soal cerita (word problems). Hasil beberapa penelitian dalam menerapkan NEA di Australia menunjukkan kesuksesan dalam meningkatkan kompetensi baik guru dan hasil belajar siswa. Data hasil analisis statistik menunjukkan peningkatan secara signifikan pada hasil antara pengetahuan

awal dan pengetahuan setelah penyelesaian program yang melibatkan pemecahan masalah menggunakan masalah soal cerita dalam belajar matematika. Selain NEA telah digunakan oleh para guru sebagai strategi pembelajaran kelas remedial. NEA dipakai juga sebagai strategi pedagogis untuk kelas yang lebih luas. Dapat disimpulkan bahwa penerapan NEA dalam pengajaran dapat menjadi alat diagnostik yang kuat untuk menilai dan

menganalisis kesulitan siswa yang mengalami masalah dalam menyelesaikan soal cerita matematis.

References

- Askew, M. (2003), *Word problems: Cinderellas or wicked witches?* In I. Thompson (Ed.), *Enhancing primary mathematics teaching* (pp. 78-85). Berkshire, England: Open University Press.
- Bell, A., Fischbein, E. and Greer, B. (1984), "Choice of Operation in Verbal Arithmetic Problems: The Effects of Number Size, Problem Structure and Context." *Educational Studies in Mathematics*, 15(2): 129–147.
- Bergeson, T. (2000). *Using Research from the "Yesterday" Mind to "Tomorrow" Mind: Teaching and Learning Mathematics*. Retrieved November 26, 2014 from www.k12.wa.us
- Brown, M. 1981). "Place Value and Decimals." (In *Children's Understanding of Mathematics: 11–16*. London: John Murray, 1981b.
- Carpenter, T. P., & Lehrer, R. (1999). *Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. In E. Fennema & T. A. Romberg (Eds). *Mathematics Classrooms That Promote Understanding* (pp. 19-32). Mahwah, N.J.: Erlbaum Associates.
- Casey, D. P. (1978). *Failing students: a strategy of error analysis*. In P. Costello (ed.). *Aspects of Motivation* (pp. 295-306). Melbourne: Mathematical Association of Victoria.
- Clements, M. A. (1982). Careless errors made by sixth-grade children on written mathematical tasks. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(2), 136-144.
- Clements, M. A., & Ellerton, N. F. (1993). The centrality of language factors in mathematics teaching and learning. Paper presented at the International Seminar on the Mathematical Sciences, MARA Institute, Kuching, Sarawak.
- Ellerton, N. F., & Clarkson, P.C. (1996). Language factors in mathematics teaching and learning. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education* (Part 2, pp. 987-1033). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ellerton, N. F., & Clements, M. A. (1997). Pencil and paper tests under the microscope. In F. Biddulph & K. Carr (Eds.), *People in mathematics education* (pp. 155-162). Waikato, NZ: Mathematics Education Research Group of Australasia.

- Fuson, K. "Mathematics Education, Elementary." (1992) In M. Alkin (ed.) *Encyclopedia of Educational Research* (Sixth Ed. Vol. 3). New York: MacMillan,
- Gervasoni, A., Hadden, T., & Turkenburg, K. (2007). *Exploring the number knowledge of children to inform the Development of a professional learning plan for teachers in the Ballarat diocese as a means of building community capacity*. In J. Watson & K. Beswick (Eds.), *Mathematics: Essential research, essential practice*, (Proceedings of the 30th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Vol. 1, pp. 305-314). Adelaide: MERGA Inc.
- Hembree, R. (1992). "Experiments and Relational Studies in Problem Solving: A Meta- Analysis." *Journal for Research in Mathematics Education*, 1992, 23(3): 242–273.
- Kaur, B. (1995). A window to the problem solvers' difficulties. In A. Richards (Ed.), *Forging Links and Integrating Resources* (pp. 228-234). Darwin: Australian Association of Mathematics Teachers.
- Lester, F. (1980). "Research on Mathematical Problem Solving." In R. Shumway (ed.) *Research in Mathematics Education*, Reston (VA): NCTM,
- Nesher, P., Greeno, J. and Riley, M. "The Development of Semantic Categories for Addition and Subtraction." *Educational Studies in Mathematics*, 1982, 13(4): 373–394.
- Newman, M. A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Victorian Institute for Educational Research Bulletin*, 39, 31-43.
- Newman, M. A. (1983). *Strategies for diagnosis and remediation*. Sydney: Harcourt, Brace Jovanovich.
- Suydam, M. (1985). "Questions?" *Arithmetic Teacher*. 32: 18.
- Vaiyatvutjamai, P., & Clements, M. A. (2004). *Analysing errors made by middle-school students on six linear inequations tasks*. In I. P. A. Cheong, H. S. Dhindsa, I. J. Kyeleve, & O. Chukwu (Eds.). *Globalisation trends in Science, Mathematics and technical Education 2004*, (Proceedings of the Ninth International Conference of the Department of Science and Mathematics Education, Universiti Brunei Darussalam, pp. 173-182). Brunei: University Brunei Darussalam.
- White, A.L. (2010). Numeracy, Literacy and Newman's Error Analysis. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. Vol. 33 No. 2, 129 – 148.

White, A. L. (2009). *Counting On 2008: Final report*. Sydney: Curriculum K- 12 Directorate, Department of Education and Training.

White, A. L. (2008). *Counting On: Evaluation of the impact of Counting On 2007 program*. Sydney: Curriculum K-12 Directorate, Department of Education and Training.

Yoong, W.K. (2000). *Enhancing Students' Learning through Error Analysis*. Retrieved on November 17, 2014 from [math.nie.edu.sg/kywong/ERRORS %20Wong%20Brunei](http://math.nie.edu.sg/kywong/ERRORS%20Wong%20Brunei).

